

NILSON ANTONIO BERTOLASI

**Gestão dos Processos de Tratamento de Águas Utilizadas em
Sistemas Prediais de Ar Condicionado**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do
Título de Especialista em Gerenciamento de
Facilidades - MBA/USP.

Área de Concentração:

Engenharia de Construção Civil e Urbana

Orientador:

Prof. Eng. Paulo Eduardo Antonioli

São Paulo, 2010

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação

Bertolasi, Nilson Antônio

Gestão dos Processos de Tratamento de Águas Utilizadas em Sistemas Prediais de Ar Condicionado

Nilson Antonio Bertolasi, São Paulo, 2010.

54 p.

Monografia (MBA em Gerenciamento de Facilidades). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

Universidade de São Paulo.

Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.

DEDICATÓRIA

Dedico esta Monografia a minha família pela fé e compreensão.

Ao químico José Maria Ruscalleda Suau, idealizador do projeto aqui demonstrado e por seu apoio incondicional tornando assim este caminho mais fácil de ser percorrido.

Ao Banco Bradesco , na figura de sua Diretoria pela confiança depositada em mim e pela oportunidade que contribuiu para o meu crescimento profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

A Jesus Cristo, amigo sempre presente, sem o qual nada teria feito.

Aos amigos, que sempre incentivaram meus sonhos e estiveram sempre ao meu lado.

Aos meus colegas de classe e demais formandos pela amizade e companheirismo que recebi.

Ao Prof Paulo Eduardo Antonioli, que me acompanhou, transmitindo-me tranquilidade.

RESUMO

BERTOLASI, N. A. **Gestão dos Processos de Tratamento de Águas Utilizadas em Sistemas Prediais de Ar Condicionado. 2010**; 55 f. Monografia (MBA/USP Gerenciamento de Facilidades) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Uma das questões mais relevantes que se apresentam para a operação nos edifícios atualmente é o controle da água. A água utilizada nos edifícios atendem diversas necessidades tanto para consumo humano como para fins de processos de resfriamento. No primeiro caso temos que controlar parâmetros de consumo e potabilidades. No segundo caso volume, propriedades físicas e químicas serão decisivas em questões que cuja discussão é o objetivo deste trabalho

Hoje a maioria dos edifícios tem grandes áreas voltadas para a tecnologia da informação que geram uma grande carga térmica e utilizam sistema de resfriamento do ar condicionado através de água cujo consumo principal independe de condições climáticas sazonais.

Portanto, queremos demonstrar que com o fornecimento de dados através da internet de informações simples, poderemos controlar todos os parâmetros que julgamos necessários na qualidade da água e nos ocuparmos de outros itens que fazem parte dos custos de manutenção em edifícios.

Palavras chave: tratamento da água, sistemas informatizados, ar condicionado

ABSTRACT

One of the most important issues that present themselves to the operation of buildings currently

is the control of water. The water used in buildings meet various needs for both human consumption and for purposes of cooling processes. In the first case we have to control parameters of consumption and potability. In the second case volume, chemical and physical properties will be crucial on issues whose discussion is the goal of this work

Today most of the buildings have large areas focused on information technology that generate a large thermal load and use the cooling system of air conditioning through water which consumed mainly depend on seasonal weather. Therefore, we demonstrate that the delivery of data over the Internet for basic information, we control all the parameters we considered necessary in the water quality and we deal with other items that are part of maintenance costs in buildings.

Keywords: water treatment, computer systems, air conditioning

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O Ciclo Hidrológico.....	13
Figura 2 – Corrosão espelho de um trocador de calor	25
Figura 3 – Corrosão Galvânica.....	25
Figura 4 – Corrosão Eletrolítica.....	26
Figura 5 – Incrustação em Tubulação	27
Figura 6 – Material orgânico bo espelho de um condensador	30
Figura 7 – principais características do prédio Data-Center.....	37
Figura 8 – Ilustração de um sistema de água de condensação	35
Figura 9 – Controle automático de água.....	38
Figura 10 – Incrustação na cor branca em tubulação de água	43
Figura 11 – Tabela a ser preenchida pelo operador para envio via web	44
Figura 12 – Resultado da análise	44
Figura 13 – Modelo de alerta enviado devido a leitura errada de hidrômetro.....	46
Figura 14 – Gráfico Comparativo Água de Reposição x Água de Evaporação.....	47
Figura 15 – Gráfico Comparativo da Água de purga x água de reposição.....	48
Figura 16 – Gráfico Comparativo Água de Reposição x Água de Evaporação	48
Figura 17 – Gráfico Comparativo da Condutividade Estabelecida x Realizada.....	49
Figura 18 – Gráfico Comparativo de pHmínimo/máximo/realizado	50
Figura 19 – Gráfico Consumo de água	51
Figura 20 – Gráfico de controle de residual de cloro livre.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição de recursos hídricos e população por região do Brasil.....	15
Tabela 2 – Custo do m ³ da tarifa da água do mundo	16
Tabela 3 – Classificação dos corpos híbridos e tratamentos requeridos	23
Tabela 4 – Consumo de água do Prédio Data-Center.....	36
Tabela 5 – Classificação dos corpos híbridos e tratamentos requeridos	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CRQ – Conselho Regional de Química

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ANA – Agência Nacional de Água

SABESP – Companhia de Saneamento Básico de São Paulo

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

LISTA DE SIMBOLOS

Grandeza Física	Símbolo	Unidade SI
Massa	<i>m</i>	kg
Concentração	ppm	µg/l
Temperatura	T	°C
Calor latente	Θ	cal
Condutividade	<i>C</i>	µS
Volume	V	m ³
Vazão	<i>E</i>	m ³ /h
Potência	<i>P</i>	kVA
Densidade (massa)	<i>ρ</i>	kg m ⁻³
Calor sensível	<i>TR</i>	Kcal/h

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
LISTA de figuras.....	7
Lista de tabelas	8
Lista de Abreviaturas e Siglas	9
Lista de SIMBOLOS	10
Sumário	11
1 Introdução.....	13
2 PONTOS DE CONTROLE.....	20
2.1 Controle de Impurezas – Acidez	20
2.2 Controle de Impurezas – Dureza	19
2.3 Controle de Impurezas – Sólido.....	20
2.4 Controle de Impurezas – Cloretos.....	20
2.5 Condutividade Elétrica	21
2.6 Elementos e Compostos Químicos Especiais	21
2.6.1 Ferro.....	21
2.6.2 Sódio.....	21
3 DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS	22
3.1 Tratamento Contra Corrosão	24
3.2 Tratamento Contra Incrustações.....	26
3.3 Tratamento de Material Orgânico.....	28
4 EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS	30
4.1 ÁGUA NO SISTEMA DE AR CONDICIONADO	31
4.2 Consumo do Prédio em Estudo.....	32
5 Sistemas on-line.....	37
5.1 Inserção de Dados.....	38

5.2	Feed Back do Sistema	38
5.3	Razões do Banco de Dados como Ferramenta	39
5.4	Controle da Água Potável	40
5.5	Controle do Ar Condicionado - Incrustação.....	40
5.6	Dados a serem Inseridos	41
5.7	Estatísticas Geradas pelo Banco de Dados.....	44
5.8	Formas de Representação Gráfica.....	45
6	Considerações Finais	52
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1 INTRODUÇÃO

Porto-Gonçalves (2004) dizia,

“A água é fluxo, movimento, circulação. Ela está presente no ar, na terra, na agricultura, nas indústrias, nas casas, nos edifícios, em nosso corpo. Por ela e com ela flui a vida e, assim os seres vivos não se relacionam com a água: eles são água.”

A água está inserida num amplo contexto em que vários fatores colaboram para perda de sua eficiência durante seu ciclo hidrológico.(fig 1).



Figura 1 – O Ciclo Hidrológico

Fonte: Ambiente Brasil (artigo – ciclohidro.html)

Diversas causas podem contribuir, direta ou indiretamente, para esta redução de eficiência tais como:

- Urbanização crescente e sem planejamento;
- Infraestrutura urbana inadequada;
- Falha ou ausência de tratamento d’água;
- Falha ou falta de saneamento básico;
- Poluição das águas.

A água quando poluída, perde suas características principais de pureza, tornando-se um excelente veículo de transmissão de doenças, muitas delas de graves conseqüências para os seres vivos próximos as estas fontes. Fatores como, impermeabilização do solo, erosões, ocupações irregulares e retiradas de matas ciliares de forma indiscriminada são considerados fatores causadores de diversos problemas, tais como:

- Assoreamento de margens;
- Rebaixamento das calhas dos rios;
- Enchentes e alagamentos em áreas urbanas e rurais;
- Disseminação da poluição.

O crescimento da população e a demanda por água não são proporcionais. Há, portanto, um crescimento exponencial do consumo de água em relação ao crescimento demográfico, que se deve à importância dada ao uso da água no desenvolvimento das atividades humanas, cuja demanda é, atualmente, crescente nos mais variados segmentos.

Segundo Tomaz (2001),

“O Brasil é considerado um país “rico em água” possuindo uma disponibilidade hídrica de 35.732 m³/hab/ano.”

O mesmo acrescenta que,

“O Brasil possui aproximadamente 12% da água doce do mundo. No entanto, a mesma não está distribuída de forma homogênea dentro do nosso território.”

Assim, para melhor visualizar tal desigualdade, apresentamos a tabela 1, divulgada pela agência Nacional de Águas (ANA, 2003), onde são comparados os percentuais populacionais e dos recursos hídricos entre as regiões do país.

REGIÃO	RECURSOS HÍDRICOS	POPULAÇÃO
NORTE	68%	7%
NORDESTE	3%	29%
SUDESTE	6%	43%
CENTRO-OESTE	16%	6%
SUL	7%	15%

Tabela 1 – Distribuição de recursos hídricos e população por região do Brasil

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA, 2003)

A água quando gerenciada do modo correto, exerce um importante papel nas cidades, onde, em conjunto com diversos elementos existente na natureza, atua como regulador do micro clima urbano.

Devido sua importância está previsto por lei (lei federal nº 9.433/97), a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, reconhecendo-a como bem econômico. Portanto é incentivado, através de campanhas, o seu uso racional e consciente e com visão de sustentabilidade. O valor total da cobrança para um determinado usuário deverá ser fixado pela soma dos volumes de cada um dos usos: captação, consumo e lançamento de efluentes nos corpos de água. É importante ressaltar que a cobrança não dispensa

o cumprimento das normas e padrões ambientais previstos na legislação, relativos ao controle da poluição das águas.

Tratando especificamente sobre a questão no Brasil, pode-se dizer que já se adota o uso da tarifa crescente, isto é, quanto mais se gasta água, maior será o seu preço/m³. O custo médio, em 1999 segundo (Tomaz) era de R\$ 0,99/m³, ou seja, US\$ 0,47 m³, valor equivalente ao pago pelos americanos. De acordo com a tabela 2, nessa época o Brasil ainda se encontrava numa posição confortável, onde o custo da água consumida era um dos mais baixos do mundo, perdendo somente para a África do sul e para o Canadá.

PAÍS	CUSTO m ³ DE ÁGUA (US\$/ m ³)	PERCENTUAL DE VARIAÇÃO DA TARIFA(*)
ALEMANHA	1,89	15,2
FRANÇA	1,22	-0,9
INGLATERRA	1,17	6,3
ESPANHA	0,56	0
ESTADOS UNIDOS	0,47	-1,4
BRASIL	0,47	---
AFRICA DO SUL	0,45	22,8
CANADA	0,40	4,3

Tabela 2 – Custo do m³ da tarifa da água do mundo

Fonte: Water Conditioning & Purification Magazine (EUA,1999) apud TOMAZ,2001

(*) Percentual de variação de tarifa em relação ao ano anterior

Dez anos depois, na região metropolitana de São Paulo, a SABESP³ (Companhia de Saneamento Básico de São Paulo), fornece água potável a um preço bastante elevado para o setor comercial:

Para faixa de consumo de:

- até 20 m³ = R\$ 5,32/ m³
- de 21 à 50 m³ =,R\$ 10,21/ m³
- mais de 50 m³ =,R\$ 10,63/ m³

... Portanto para obter-se um controle eficiente da água utilizada na refrigeração, da edificação objeto deste trabalho, as seguintes questões precisam ser abordadas:

- Características físico química desejáveis
- Características físico química das águas que se dispõe para a utilização prevista....
- Quais parâmetros serão utilizados para o controle do processo

Estas questões serão tratadas no próximo capítulo.

³Valores da tarifa da SABESP referentes a setembro de 2009

2 PONTOS DE CONTROLE

Por definição, tratamento químico são todos os processos físico-químicos a que é submetida uma água, para modificar sua qualidade. Tornando-a com características que atendem as especificações solicitadas para uma determinada aplicação (ANÁLISE DE ÁGUA E TRATAMENTO-2008).

A água pode ser subdividida quanto ao seu uso, ou seja, em água de uso potável e água de uso industrial. Os tratamento de água visão não só modificar a qualidade da água, quanto ao aspecto, cor, turbidez, etc. bem como modifica as características químicas.

A água, in natura, nunca é pura. Antigamente, tínhamos a impressão de que quando a água era oriunda de uma precipitação pluviométrica, era considerada pura. Hoje sabemos que ela contém sólidos dissolvidos e suspensos, além de alguns gases dissipados, e que na maioria das vezes é imprópria para beber. Uma das suas principais propriedades é o poder de dissolução que possui. Daí a necessidade de purificação e condicionamento antes de seu uso.

Para o desenvolvimento do estudo exploraremos os seguintes conceitos de impureza:

2.1 Controle de Impurezas – Acidez

As moléculas de água quando se ionizam, dividem-se em íons (H^+ e OH^-). Define-se então o pH como o potencial hidrogeniônico de uma substância. De maneira coloquial o pH representa a acidez da água. É classificada como ácida (pH de 1 a 6,9), neutra (pH igual à 7) ou alcalina (pH de 7,1 a 14)(Peter L. Sorensen-1939). O desequilíbrio entre a quantidade desses íons no interior da massa d'água fará com que esta tenha um pH superior a 7,0 (mais hidroxilas) ou inferior (mais cátions H^+). Existe uma interdependência fundamental da acidez e alcalinidade de modo que é praticamente impossível falar destas sem ter aquele em mente.

De um modo geral podem ser medidos através de líquidos ou fitas. As alterações naturais do pH têm origem na decomposição de rochas em contato com a água, absorção de gases da atmosfera, oxidação de matéria orgânica, fotossíntese além da introdução de despejos domésticos e industriais.

Do ponto de vista analítico o pH é um dos parâmetros mais importantes na determinação da maioria das espécies químicas de interesse, tanto da análise de

águas potáveis como na análise de águas industriais (ANÁLISE DE ÁGUA E TRATAMENTO-2008).

2.2 Controle de Impurezas – Dureza

A dureza de uma água é proporcional ao conteúdo de sais de cálcio e magnésio que ela contém e em segundo plano vem o zinco e o estrôncio. Algumas vezes, alumínio e ferro férrico são considerados como contribuintes da dureza. Estes sais existem em ordem decrescente de abundância na água, são bicarbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos (ANÁLISE DE ÁGUA E TRATAMENTO-2008). A dureza total da água compõe-se de duas partes:

- Dureza temporária – dita temporária, quando desaparece com o calor. Resultante da combinação de íons de cálcio e magnésio que podem se combinar com bicarbonatos e carbonatos presentes;
- Dureza permanente – dita permanente, quando não desaparece com o calor, ou seja, a dureza permanente é aquela que não é removível com a fervura da água.

Normalmente, reconhece-se que uma água é mais dura ou menos dura, pela maior ou menor facilidade que se tem de obter, com ela, espuma de sabão. Esse caráter das águas duras foi, por muito tempo, para o cidadão comum o aspecto mais importante por causa das dificuldades de limpeza de roupas e utensílios. Com o surgimento e a determinação dos detergentes sintéticos ocorreu também a diminuição os problemas de limpeza doméstica por causa da dureza.

Quando há elevação da temperatura da água os carbonatos precipitam-se. Este fenômeno prejudica o funcionamento de caldeiras ou trocadores de calor. Assim pode-se resumir que uma água dura provoca uma série de inconvenientes: é desagradável ao paladar; gasta muito sabão para formar espuma; reduz a eficiência operacional dos trocadores de calor; aumenta a perda de carga; acelera a corrosão localizada; adsorção e consumo excessivo de produtos químicos;

A dureza é medida em ppm(partes por milhão).Embora os seus limites dependam da aplicabilidade da água podemos considerar valores acima de 50 mg/l, conforme descrito abaixo (DUREZA DA ÁGUA-2010):

- Água macia até 17 mg/l.
- Água ligeiramente dura de 17 a 60 mg/l.
- Água moderadamente dura de 60 a 120 mg/l.
- Água dura de 120 a 180 mg/l .
- Água muito dura acima de 180 mg/l.

2.3 Controle de Impurezas – Sólido

A água com excessivo teor de sólidos em suspensão ou minerais dissolvidos tem sua utilidade limitada. Uma água com presença de 500ppm de sólidos dissolvidos, geralmente, ainda é viável para uso doméstico, mas provavelmente inadequada para utilização em muitos processos industriais. Água com teor de sólidos superior a 1000ppm torna-se inadequada para consumo humano e possivelmente será corrosiva e até abrasiva.

2.4 Controle de Impurezas – Cloretos

De um modo geral a presença de cloretos tem origem na dissolução de minerais, contato com áreas de sal, mistura com a água do mar e introdução de águas residuárias domésticos ou industriais.

Em termos de consumo suas limitações estão no sabor e concentrações superiores a 500ppm implicam em sabor característico e desagradável. Para nosso estudo utilizamos valores menores que 250 ppm de carbonato de cálcio (CaCO_3) (TCTA-tecnologia-2009).

2.5 Condutividade Elétrica

A água pura é um meio isolante, porém sua capacidade de solvência das substâncias, principalmente de sais, faz com que as águas naturais tenham, em geral, alto poder de condutividade elétrica. Esta condutividade depende do tipo de mineral dissolvido bem como da sua concentração. O aumento da temperatura também eleva a condutividade.

2.6 Elementos e Compostos Químicos Especiais

2.6.1 Ferro

Presente numa grande quantidade de tipos solos é um dos elementos químicos mais frequentemente encontrado nas águas naturais. O ferro presente na água pode ser adquirido nas próprias fontes e instalações de captação ou de adução através da corrosão das superfícies metálicas ou mesmo de despejos industriais. Exposto ao oxigênio livre sofre oxidação.

Por ser uma substância que afeta qualitativamente o desempenho de algumas atividades domésticas como também alguns produtos industrializados, é de suma importância que seu teor seja quantificado nas águas. Concentrações superiores a 0,5ppm provocam manchas em louças e roupas nos processos de lavagens. Nas atividades industriais valores superiores a 0,5 ppm demonstram problemas de corrosão em sistemas hidráulicos.

2.6.2 Sódio

É o elemento característico da água do mar, com uma concentração média de 10000ppm. Sua presença nos mananciais de águas utilizáveis para abastecimento público provoca elevação da alcalinidade.

3 DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS

A história do abastecimento de água para consumo humano surge inicialmente para satisfazer demandas relacionadas à captação, transporte e armazenamento, como conseqüência do aumento do consumo a partir do crescimento das cidades. Enquanto que o tratamento nasce primeiramente para satisfazer uma demanda estética em relação aos aspectos que impressionam nossos sentidos presentes nas águas impuras.

O primeiro sistema público de água de que se tem notícia, foi o aqueduto de Jerwan, construído na Assíria em 691 a.c. (MANUAL DE HIDRÁULICA-1982)

Termo de remoção de impurezas têm-se o registro de filtros egípcios e japoneses de louças, barro ou arenito, além dos Tanques de Aden na Arábia, 600 a. C., construídos pelos Romanos.(FIOCRUZ/ENSP-2001)

Em 1832, é construída a 1º estação de tratamento de água nos EUA, e em 1958 já se fornecia água tratada para mais de 120 milhões de pessoas na América do Norte. .(FIOCRUZ/ENSP-2001)

O tratamento pode ser domiciliar, simples, convencional ou avançado. Quando a água é fornecida por uma companhia de abastecimento, como é o caso em que iremos abordar as etapas destes processos no ciclo é composto por captar, tratar e distribuí-la de acordo com o padrão de potabilidade.

A água tratada nem sempre é potável e para tal o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) na resolução nº 20 de 15 de junho de 1986 estabelece uma classificação (ver tabela 3) baseada na qualidade da água a ser captada para fins de tratamento, em função dessa qualidade é necessário o emprego do tratamento, para a remoção das impurezas químicas e biológicas presentes na água, a fim de torná-la potável para o consumo humano.

CLASSIFICAÇÃO	TRATAMENTO REQUERIDO
CLASSE ESPECIAL	DESINFECÇÃO
CLASSE 1	SIMPLIFICADO
CLASSE 2	CONVENCIONAL
CLASSE 3	CONVENCIONAL

Tabela 3 – Classificação dos corpos híbridos e tratamentos requeridos

Fonte: Water Conditioning & Purificacion Magazine (EUA,1999) apud TOMAZ,(2001)

No Brasil, apenas no começo da década de oitenta começamos a ter acesso às tecnologias de tratamento. Impulsionadas pelo aumento da atuação dos órgãos ambientais, e posteriormente pelo surgimento de uma consciência ecológica e pela necessidade de adequação às normas ISO. Em se tratando de tecnologia, temos que destacar três frentes de atuação, a saber:

- Tecnologia de processos de tratamento.
- Tecnologia de desenvolvimento de produtos químicos.
- Tecnologias de desenvolvimento de equipamentos.

A Tecnologia de processo não evoluiu muito nos últimos anos, ou seja, atualmente tratamos cromo hexavalente ou cianetos da mesma forma que há 20 anos. Já com os produtos químicos, tivemos uma evolução melhor. Atualmente temos uma gama muito maior de empresas dedicadas ao desenvolvimento destes produtos químicos, que tornam os processos novos mais eficientes. Porém podemos dizer que destas, a tecnologia que mais evoluiu foi o aperfeiçoamento dos equipamentos utilizados.

Sabendo que a melhoria da eficiência no tratamento dos efluentes está ligada a fatores humanos (dimensões dos equipamentos), químicos (controle de processos) e mecânicos (qualidade de equipamento), as empresas fabricantes de equipamentos se

dedicaram a produzir sistemas de tratamento mais fáceis de operar e mais seguros, tanto no controle de processo quanto mecanicamente, permitindo atender com mais segurança às legislações ambientais. Os principais tratamentos para o sistemas de resfriamento visam à manutenção dos elementos compostos sob determinados níveis, já que em todo sistema de resfriamento há uma quantidade substancial de água que deve ser reposta. Estes assuntos serão abordados a seguir.

3.1 Tratamento Contra Corrosão

No sistema de refrigeração há inúmeros materiais que são empregados nos componentes de resfriamento. “Quando temos no mesmo sistema o contato de ferro utilizado em tubulações, espelhos de condensadores, etc. e cobre utilizado em feixes tubulares dos condensadores, etc e um meio de contato entre eles que seja a água, há a formação de uma reação química que chama-se oxido-redução “. (PROTEÇÃO CATÓDICA-2006)

Em inúmeros casos há a formação de um composto, óxidos de ferro, que são agregados a materiais biológicos e são encontrados nos espelhos dos tubos dos condensadores, nas tubulações sob a forma de lama. A figura 2 indica o processo de corrosão encontrado em um condensador.



Figura 2 – Corrosão espelho de um trocador de calor

Fonte: O Autor

Os casos de corrosão são classificados em dois tipos: A corrosão galvânica, fig 3 ,passível de ocorrer quando o metal ou liga está em contato com um eletrólito, onde acontecem, simultaneamente, as reações anódicas e catódicas.

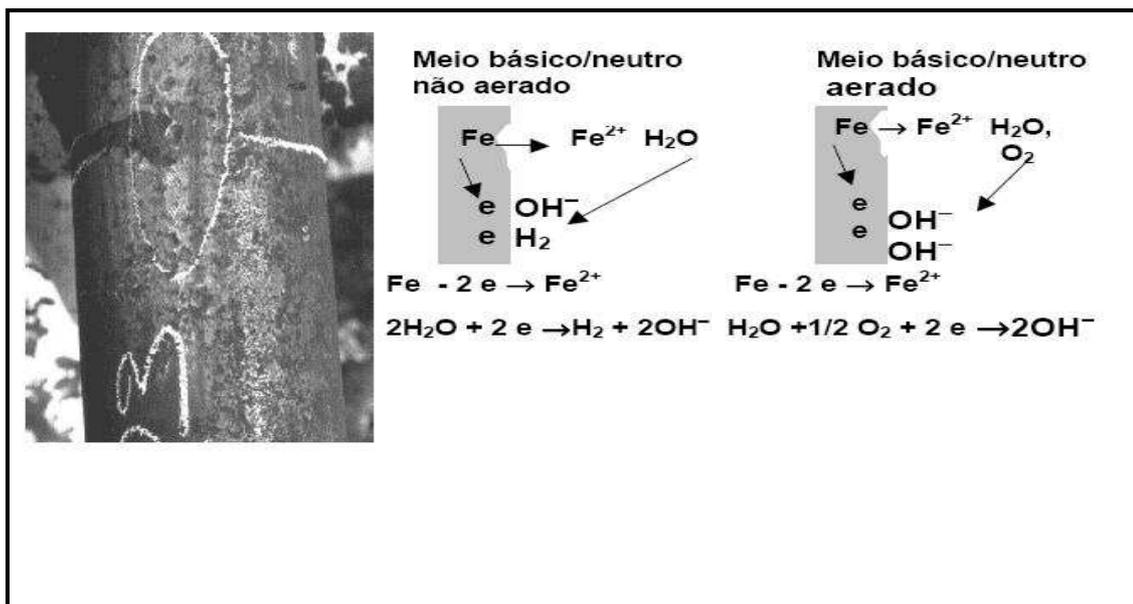


Figura 3 – Corrosão Galvânica

Fonte: Corrosão e Técnicas Anticorrosivas-Mainier&Leta

A corrosão eletrolítica, fig 4, que se caracteriza por ser um processo eletroquímico, que se dá com a aplicação de corrente elétrica externa. Geralmente, estas correntes são devidas às deficiências de isolamento ou de aterramento, fora das especificações técnicas.

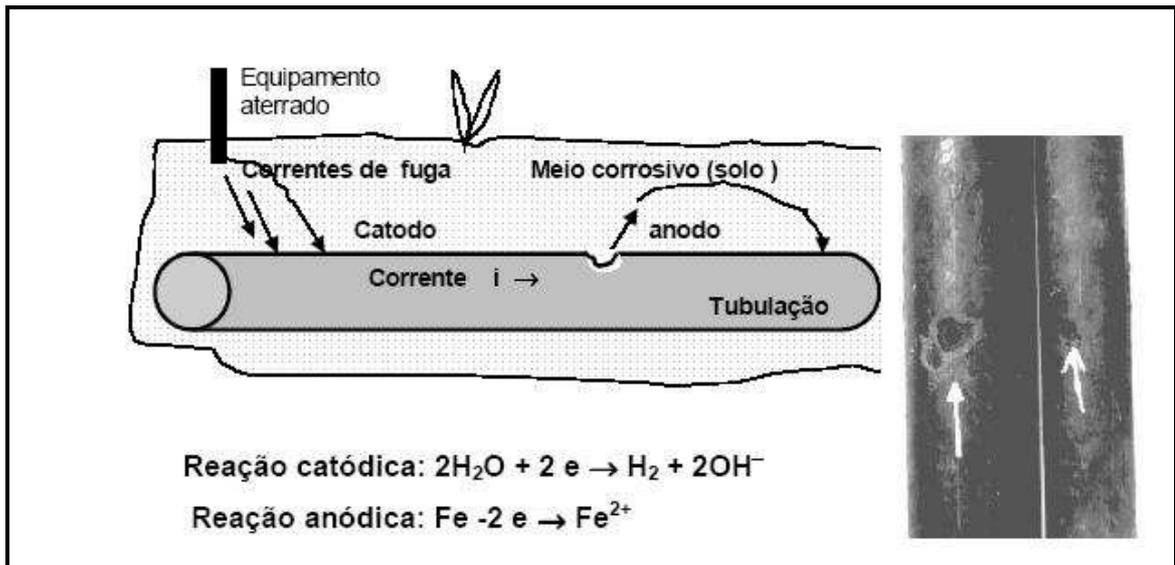


Figura 4 – Corrosão Eletrolítica

Fonte: Fonte: Corrosão e Técnicas Anticorrosivas-Mainier&Leta

Em inúmeros casos, os óxidos de ferro são produtos da corrosão no próprio sistema de resfriamento e realimentam o processo corrosivo, ao propiciar a formação de pilhas galvânicas por aeração e/ou concentração diferencial. Os depósitos de óxidos de ferro causam obstruções e restrições do fluxo d'água, resultando em perda de eficiência térmica.

3.2 Tratamento Contra Incrustações

Incrustações é o aparecimento de depósitos nos circuitos devido aos sólidos em suspensão e sais dissolvidos na água, fig 5. Com a evaporação de parte da água do sistema uma quantidade de sólidos dissolvidos é retida na água o que causa aumento da concentração de sais. O método de controle consiste em adequar o ciclo de

concentração e a dosagem de produtos químicos conhecidos como dispersantes e inibidores de incrustação.



Figura 5 – Incrustação em Tubulação

Fonte: O Autor

Para entender o tratamento, vamos ver como funciona o ciclo de concentração. A definição clássica do ciclo de concentração é:

$$\%D = \%E / (\zeta - 1) - \%A \quad (1)$$

- %D= Porcentagem de descarga em relação a vazão de água de resfriamento
- %E = Taxa e evaporação em relação à vazão de água de resfriamento.
- %A = Taxa de arraste de água que ocorre no processo de resfriamento.
- ζ = Número de ciclos de concentração ou número de vezes que os sais dissolvidos se concentram por efeito de evaporação.

Supondo como exemplo uma taxa de evaporação de 1% e uma taxa de arraste de 0,05%, se não houvesse descarga (%D = 0) o número de ciclos seria igual a 21, ou seja, a concentração de sais dissolvidos na água de resfriamento seria 21 vezes maior que a concentração destes sais na água de reposição. Portanto a estratégia para reduzir o consumo de água deverá ser aquela que proponha a operação do sistema com o maior número de ciclos de concentração e, portanto, com a menor perda por descargas, sem os riscos de formação de incrustações.

Portanto para atender esta estratégia são necessárias as seguintes condições:

- Análise do limite de solubilidade de vários parâmetros químicos, tais como carbonatos de cálcio, de magnésio, sílica e silicatos.
- Definição da tecnologia de produtos químicos visando ao condicionamento dos sais que ultrapassaram o limite de solubilidade, numa forma não incrustante. Formulações de produtos denominados “dispersantes”, contendo polímeros que inibem a formação de incrustações.

3.3 Tratamento de Material Orgânico

Preventivamente, é desejável a utilização de água com boa qualidade para alimentação do sistema de resfriamento, preferencialmente clarificada, filtrada e clorada e esterilizada, o que minimiza a entrada de microrganismos no sistema, cuja consequência pode ser vista na figura 6.



Figura 6 – Material orgânico no espelho de um condensador

Fonte: O Autor

No entanto, uma vez instalados, o meio usualmente empregado para combatê-los é através do extermínio direto desses seres, o que normalmente é feito usando produtos químicos denominados biocidas.

Por se tratarem de agentes potencialmente poluidores, deve haver rigoroso critério na escolha do biocida e sua dosagem, de modo a evitar o descarte de água que poderá contaminar ou prejudicar o meio ambiente.

Os biocidas para águas de resfriamento podem ser classificados em dois grupos: oxidantes e não-oxidantes.

Os oxidantes têm seu princípio de ação fundamentado na oxidação da matéria orgânica presente nos seres vivos, destruindo suas estruturas vitais e assim causando a morte dos mesmos.

Os não-oxidantes são representados por inúmeros compostos químicos distintos, que utilizam produtos de ação relativamente rápida, eficientes na eliminação dos microrganismos de interesse, de baixa toxidez ao ser humano e demais animais e plantas superiores, que apresente elevada degradabilidade e, finalmente, de baixo impacto ambiental.

4 EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS

Antigamente, uma edificação era classificada por sua tipologia (residencial, comercial ou industrial) e pela área construída. Hoje, além destes aspectos, considera-se a existência ou não das comodidades que auxiliam ou até mesmo viabilizam as atividades a serem desenvolvidas pelos futuros usuários. A tecnologia disponível e a modernidade que hoje permeia a vida das pessoas exigem que o edifício ofereça cada vez mais conforto, segurança, acessibilidade, conectividade e as chamadas utilidades, principalmente nos edifícios comerciais de escritórios.

As alterações nesta área vão além da simples troca de nomes. O setor da construção civil no Brasil já percebe que a garantia de desempenho de uma edificação está fortemente associada ao adequado processo de concepção, projeto, execução e manutenção dos Sistemas Prediais.

O futuro usuário começa a observar estas questões e a comparar as edificações também quanto a estes aspectos. Além da questão das despesas envolvidas, há também a questão da escassez e carência de insumos e de proteção ao meio ambiente. Uma edificação hoje concebida sem considerar estes aspectos, já se pode dizer obsoleta.

Já existem, em alguns países, metodologias que desenvolveram indicadores de desempenho para nortear a comparação entre edificações, quanto ao seu funcionamento: o edifício A consome menos água ou energia elétrica que o edifício B, garantido o desempenho das mesmas funções. No Brasil o GBC Brasil, já estabelece critérios para a avaliação do uso racional da água como característica e comparação de edifícios quanto ao seu funcionamento. Novamente, a demanda do mercado imobiliário e a visão dos empreendedores é que serão agentes de transformação nesta área.

Portanto tanto nos edifícios antigos ou sustentáveis o sistema poderá ser implantado, pois há uma concepção de que hoje todos os sistemas de controle são informatizados e que necessitamos para implantação do mínimo de suporte de informática possível.

4.1 A ÁGUA NO SISTEMA DE AR CONDICIONADO

Em cada setor de utilização da água existem inúmeros itens que devem ser controlados para que a saúde e o bom funcionamento do ar condicionado sejam garantidos. O controle, hoje com a preocupação de cada dia adequar o empreendimento dentro de políticas modernas, como na racionalização de água e energia, nos faz como gestores, aumentar a atenção em itens mais específicos no controle da qualidade e economia de água em setores como; consumos e descartes de água e consumo de energia elétrica relacionado ao programa de ar resfriado em processos e conforto.

Sendo estes, os setores que hoje fazem parte da grande parcela dos custos dos empreendimentos, merecem constante atenção e desenvolvimento de novas tecnologias para minimizar custos mantendo a qualidade.

Inúmeros problemas são enfrentados diariamente no tocante a desperdícios de água e energia, custos elevados com manutenção de equipamentos e reflexos com quebras de equipamentos gerando lucros cessantes. A competitividade no mercado com o aparecimento de diversos empreendimentos locados aos consumidores finais e com preços por m² do imóvel nos leva, a racionalizar custos aumentando as facilidades aos usuários como ar condicionado para conforto e garantias de qualidade de água de consumo humano.

Sendo um dos maiores vilões nos custos com água e energia elétrica, os sistemas de ar condicionado merecem toda a atenção nos controles. Em inúmeros empreendimentos levantados, foi constatado que o consumo de água e energia elétrica somados as avarias sofridas nos equipamentos por tratamentos de água (água de condensação e água gelada) inadequados, fazem parte da preocupação de custos e desconforto dos usuários. Frequentemente os usuários do sistema de resfriamento são prejudicados em seus data centers por problemas causados nos equipamentos devido à deficiência nos tratamentos das águas geladas e condensadas, montante que ultrapassam os 80%.

Na gestão de edifícios os elementos que fazem parte da composição da manutenção são o consumo de energia elétrica e o consumo de água. Na água existem pontos de controle que fazem parte tanto do processo para consumo humano como processos industriais.

A definição tradicional de água leva em consideração a sua forma pura, como líquido transparente e praticamente incolor, sem sabor e sem gosto. Estes elementos definem a propriedade fundamental da água, que é a sua potabilidade. Sua capacidade de conduzir e estocar calor ((Marcos Tadeu Grassi,2008), também é única. Entre outros aspectos, a água tem um elevado calor de evaporação. Enquanto são necessários 0,239 J (1 caloria) para se elevar à temperatura de 1g de água de 1°C, esta mesma massa de água exige cerca de 540 vezes mais energia para se evapora (Masterton et. al. 1990).

Portanto, tratamento de água, não é a mesma coisa. Para escolher e operar um sistema de tratamento de água deve-se começar fazendo três perguntas:

- Qual é a característica físico-química e microbiológica da água que será tratada?
- Qual será a aplicação desta água, com relação as sua característica físico-química e microbiológica?
- Quem e como serão feitos os controles dos parâmetros físicos-químicos e microbiológicos?

4.2 Consumo do Prédio em Estudo

O estudo do caso refere-se a um prédio comercial para data-center. A escolha e interesse partiram da idéia de propor um caráter inovador à pesquisa, pois percebeu-se a grande carência de dados e ampliar o estudo sobre medidas de conservação para outros segmentos comerciais. O empreendimento possui as seguintes características físicas (fig 7) :

> Espaço Construído	
> Área Total Construída	9.575 m ²
> Ambientes de Equipamentos TI.....	3.150 m ²
> Segurança Física – Automação/CFTV/Acesso/Detecção.....	30.000 pontos
> Cabos de Sinalização.....	3.000 Km
> Elétrica	
> Potência Elétrica Essencial.....	9.000 Kva
> Quantidade de Geradores Emergenciais.....	03 unidades
> Quantidade/Capacidade de No Breaks.....	08 / 6.000 Kva
> Quantidade/Capacidade de Transformadores.....	07 / 14.000 Kva
> Painéis Elétricos.....	200 Unid.
> Reservatórios de Diesel.....	60.000 L / 72h
> Cabos Elétricos.....	500 Km
> Ar Condicionado	
> Capacidade de Refrigeração.....	2.400 TR
> Equipamentos de Produção de Água Gelada.....	03 unidades
> Tubulações hidráulicas.....	6.000 mts. lineares
> Quantidade/Capacidade – Torres de Arrefecimento.....	03 / 2.400 TR
> Quantidade/Capacidade de Fancoils/Selfs.....	58 / 1.600 TR

Figura 7 – Principais características do Prédio Data-center

Fonte: Adaptação de Modelo Implantado em Data Center

Consumo da água (tabela 4), retirada do **banco de dados**:

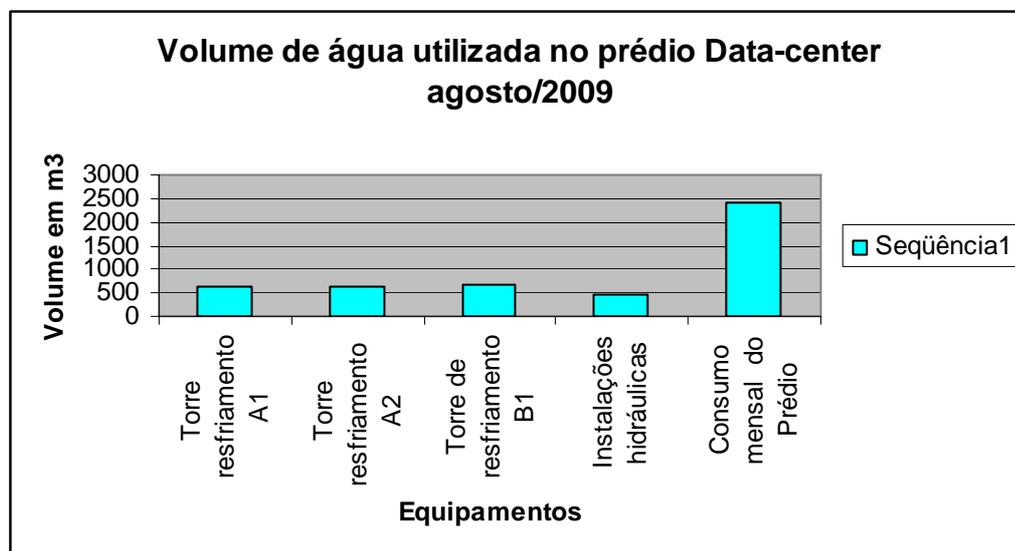


Tabela 4 – Consumo de água do Prédio Data-center

Fonte: Adaptação de Modelo Implantado em Data Center

Para entendermos como funciona a instalação vamos nos valer da figura 8. A torre de resfriamento é um equipamento que retira o calor da água necessária para o resfriamento do ambiente. Esta água advém do resfriador de líquido (chiller).

Fazendo a interligação entre eles estão às bombas de água de condensação. Na torre de resfriamento a água passa por pequenos furos a fim de ser transformada em spray e com isto trocar calor com o ar ambiente.

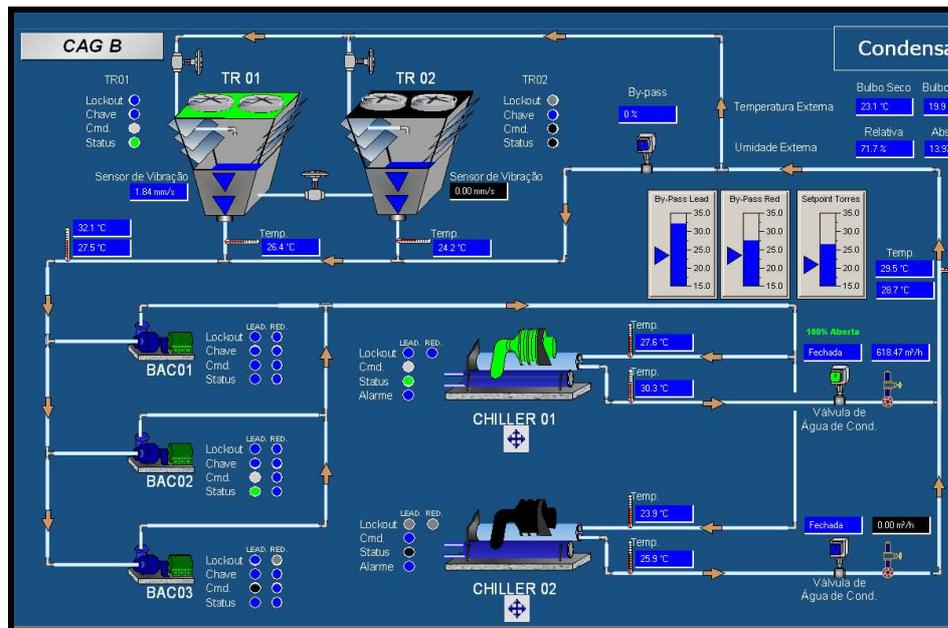


Figura 8 – Ilustração de um sistema de água de condensação
Fonte: Adaptação de Modelo Implantado em Data Center

Na troca de calor entre o ar e a água temos algumas perdas de água. As perdas são por evaporação, arraste e purga. A evaporação faz parte do processo de transferência de calor, portanto inerente ao sistema escolhido. Está na ordem de 0,8 a 1,4 % da água de circulação. A perda por arraste é praticamente nula em virtude da fabricação das torres modernas.

Portanto a grande preocupação com o sistema de ar condicionado é o controle da descarga necessária para mantermos as propriedades da água a níveis de otimização. Vazões da ordem de 0,68 a 1,36 m³/h/TR (HELIO CREDER-1997) são utilizadas em sistema de ar condicionado para sistemas de condensação.

Portanto no sistema em estudo temos 848 TR x 1,36 m³/h/TR = 1153m³/h. Utilizando a fórmula de porcentagem de descarga 2 teremos:

$$\%D = \%E / \zeta - 1 - \%A \quad (1)$$

- %D= 0,2%
- %E = 0,8%
- %A = 0%
- $\zeta = 5$ (utilizando dispersante Acumer 1000 fabricante Rohmihaas)

$$1153 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,2\% = 2,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Portanto necessitaríamos 55,3 m³/dia de água de reposição. O regime de funcionamento do prédio opera 24 horas e 365 dias por ano.

A quantidade de água repostada para o sistema de ar condicionado é controlado pelo sistema on-line. A reposição da água dar-se-á através da concessionária. A quantidade de água é a soma da água de evaporação mais a água da descarga (purga). Monitoramos a quantidade de água da descarga através de uma propriedade da água (condutividade). Quando a condutividade ultrapassa um valor pré-determinado uma válvula solenóide é aberta e um volume de água sai do sistema.

Pode-se verificar tabela 5, o consumo do um mês, de fevereiro/2010, cuja estação é uma das mais quentes do ano.

² 3-2 Tratamento contra incrustação –Formula de descarga de água para controle de incrustação

Sistema A			Leitura dos Hidrômetros em m ³ Digitados pelo Empreendimento		
Data	Reposição (m ³ /dia)	Purga (m ³ /dia)	Reposição	Purga	μS Leitura
01/02/2010	-	-	32061	943	540
01/03/2010	-	-	34105	1017	516
Diferença			-	74 m3	-
Sistema B			Leitura dos Hidrômetros em m ³ Digitados pelo Empreendimento		
Data	Reposição (m ³ /dia)	Purga (m ³ /dia)	Reposição	Purga	μS Leitura
01/02/2010	-	-	15146	941	637
01/03/2010	-	-	15621	984	653
Diferença			475 m3	43 m3	-
A + B			-	117 m3	-

Tabela 5 – Classificação dos corpos híbridos e tratamentos requeridos

Fonte: TCTA _nترنت_c (Fev/2010)

Temos o consumo 117 m³ para 29 dias o que daria um consumo diário de aproximadamente 4 m³ (4.000 l). Comparando os dois sistemas, ciclo teórico e sistema monitorado temos:

- Ciclo teórico = 2,3 m³/h = 55,3 m³/dia.
- Ciclo monitorado = 4 m³/dia.

Portanto o ciclo monitorado pelo **banco de dados** consome menos que 10% do ciclo teórico.

5 SISTEMAS ON-LINE

Conforme relato dos itens anteriores, o sistema de controle de água deve variar a cada momento, já que há perda de água no sistema enquanto o mesmo tiver operando. Para fornecimento dos parâmetros de controle, devemos montar alguns instrumentos que irão registrar algumas propriedades e consumo da água a fim de alimentar o monitoramento via web.

A figura 9 descreve os elementos fundamentais do sistema que devem fazer parte integrante da instalação:

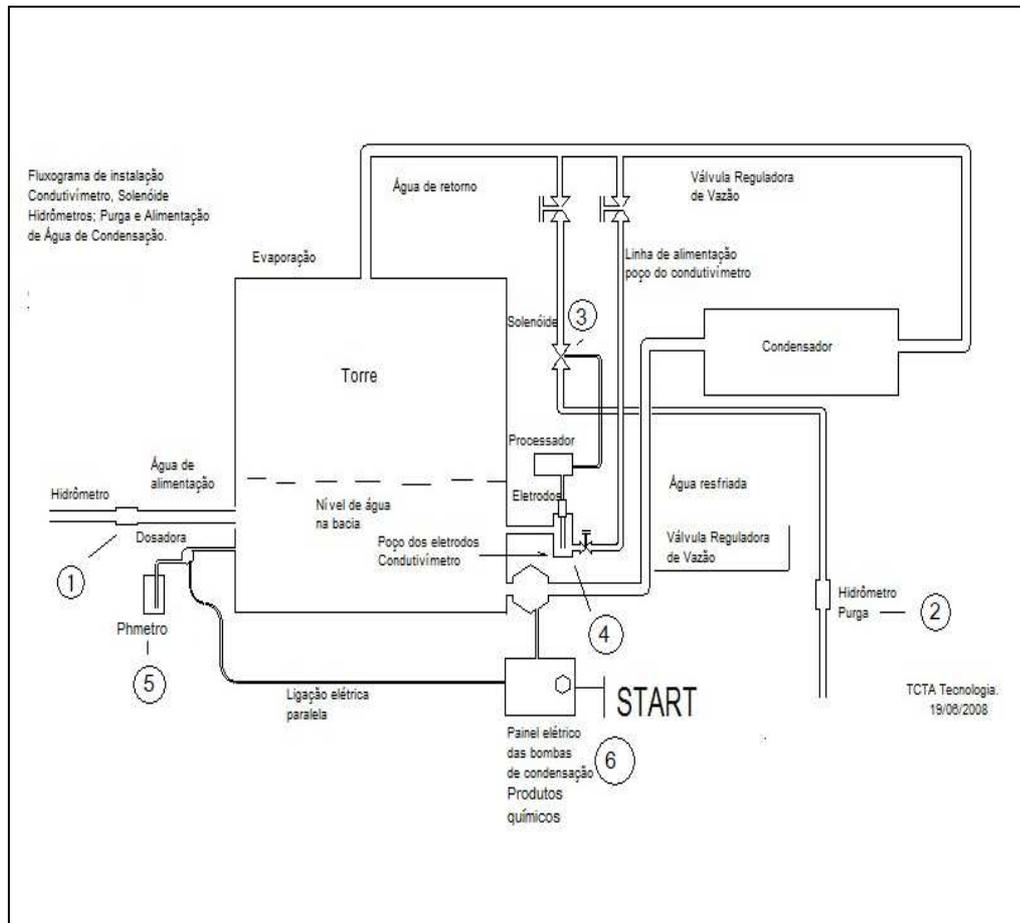


Figura 9 – Esquema de controle automático de água
Fonte: Adaptação de Modelo Implantado em Data Center

1. Hidrômetro geral: Instrumento que registra a vazão de água que é repostada no sistema devido a perdas de evaporação, arraste e purga.
2. Hidrômetro de purga: instrumento que mede a vazão de água que é retirada do sistema a fim de mantermos o número de ciclos de concentração.
3. Válvula solenóide: válvula on-off que é comandada pelo condutivímetro a fim de purgar a água do sistema.
4. Condutivímetro: Instrumento instalado na bacia da torre a fim de registrar a condutibilidade da água.
5. Phmetro: Instrumento instalado na bacia da torre a fim de registrar o Ph da água.
6. Produtos Químicos: Produtos químicos utilizados para controle de parâmetros pré-estabelecidos e que são alimentados por bombas automáticas.

5.1 Inserção de Dados

Um operador irá até o sistema e registrará os seguintes dados:

- Consumo de água geral;
- Consumo de água de purga;
- O valor da condutividade;
- Valor de Ph.

Estes dados serão transmitidos através do portal da empresa via web que criará um banco de dados dos valores.

5.2 Feed Back do Sistema

Caso alguns dos valores ultrapassem os valores pré-determinados um alerta será enviado em minutos para correção do sistema. O sistema on-line registra, analisa e propõem uma ação caso seja necessário.

5.3 Razões do Banco de Dados como Ferramenta

Foi desenvolvido um sistema onde contamos hoje com o monitoramento diário de parâmetros que possibilitam o controle dos consumos de água e parâmetros físicos, químicos dos tratamentos e usos diversos. Este sistema vem revolucionando o conceito dos tratamentos e controle nos consumos de águas e com isso diminuindo os riscos e custos de manutenção dos equipamentos.

O mercado de tratamento de águas hoje está distorcido na qualidade devido a grande concorrência. Comparativamente muitos tratadores fazem apenas uma análise física, química e microbiológica da água de condensação e gelada por mês. Mesmo se tratando de água para consumo humano.

Em contra partida, dependendo da finalidade, estas análises chegam a serem feitas em cada 8 horas.

Consideramos como frequência coerente o controle diário de alguns itens que podem nortear em que situações se encontram os tratamentos. Este monitoramento deve ser feito por profissionais especializados e credenciados pelo CRQ (Conselho Regional de Química).

Diversas fontes são utilizadas para o abastecimento dos empreendimentos. Entre outras as mais usadas; poço próprio, carro pipa e rede municipal. Mesmo que a qualidade da água chegue ao empreendimento dentro das especificações físico, químicas e microbiológicas exigidas pela ANVISA, não podemos garantir que esta qualidade permaneça durante a estocagem.

Na atualidade o que é controlado é o residual de cloro livre na água de consumo e normalmente para manter este residual adicionamos cloro líquido. É importante o acompanhamento por profissional habilitado cuja recomendação da ANVISA é a de manter entre 0,2 a 2,0 ppm de residual de cloro livre em águas de consumo humano.

Por ser volátil, o cloro, pode variar ou até mesmo zerar o residual durante a estocagem da água potável. Em tal condição, técnicos especializados devem fazer as devidas correções. A falta de residual de cloro livre determina uma água imprópria para o consumo humano.

Como podemos constatar seria necessário manter um profissional habilitado no empreendimento o que traria um custo adicional que torna esta contratação inviável.

No tocante a consumo da água potável o seu consumo dar-se-á através de anotações diárias das leituras dos hidrômetros, porém nem sempre são tomadas providências quando o consumo está acima do considerado suportável. Somente com o recebimento da conta no final do período é que se percebe que o consumo foi acima do esperado o que já é tarde para reparar as causas responsáveis . Este processo acaba se repetindo por diversas vezes. O problema que o gerente de facilidades não recebe as informações em tempo real.

5.4 Controle da Água Potável

Os controles da água potável devem ser feitos diariamente e digitados os resultados no site on line. O sistema recebe e analisa o resultado dos dados, a análise do residual de cloro livre e a leitura do hidrômetro em m³. No caso do residual de cloro livre estar fora dos níveis recomendados, o sistema emite alerta imediato (30 segundos) via e-mail para os responsáveis cadastrados. A empresa que controla e dosa o hipoclorito (Cloro Líquido) recebe o e-mail também, o que agilizará para tomar providências.

Na leitura do hidrômetro lançada no sistema, o **banco de dados**, calcula a média dos últimos cinco lançamentos e compara com o consumo do último dia. Se o consumo do último lançamento (último dia) estiver acima da média, automaticamente emite e-mails para os responsáveis. Estes devem analisar a ocorrência para tomar providências. Todos os participantes (responsáveis) são avisados e através dos alertas, devem tomar ações para as soluções dos problemas. As ocorrências assim como as ações tomadas são registradas no **banco de dados**, gerando históricos incontestáveis em caso de dúvidas das ações e por quem foram tomadas ou negligenciadas. O mais importante é o aproveitamento das estatísticas, ocorrências e tomadas de ações para cada dia melhorar a administração dos consumos e qualidade das águas envolvidas.

5.5 Controle do Ar Condicionado – Incrustação

Os custos com incrustações, representada pela parte branca interna do tubo da fig 10, são preocupantes, pois 80% das tubulações se deparam com este tipo de problema.



Figura 10 – Incrustação na cor branca em tubulação de água
Fonte: Adaptação de Modelo Implantado em Data Center

Dependendo do tipo e espessura da película de incrustação formada na superfície dos condensadores, perdemos rendimento da máquina. Esta perda de rendimento da máquina implica em aumento significativo de consumo de energia ou no desligamento da máquina por alta pressão do gás refrigerante.

5.6 Dados a serem Inseridos

No tratamento de águas de condensação também temos parâmetros físicos/químicos para se controlar: condutividade, Ph, dureza, alcalinidade, ferro, sílica e cloretos. É importante destacar que as variações das concentrações de alguns sais determinam se a água tem tendências a formar incrustações ou tendência a corrosão. As variáveis utilizadas são; Ph, condutividade, temperatura, alcalinidade total e Cálcio total. Como comentado anteriormente podemos constatar que com os parâmetros digitados, fig 11, diariamente no **Banco de Dados**, permite ao sistema a propriedade de fazer cálculos que determinem o estado que se encontra o tratamento.

Gráficos Lançamentos

Empreendimento:

Equipamento:

TRs do Sistema: 1600

Hora Mês Trabalho: 360

pH Mínimo: 8,2

pH Máximo: 8,6

Condutividade Mínima: 600

Condutividade Máxima: 700

Data:

Hidrometro Reposição:

Hidrometro Purga:

Leitura da Condutividade:

Leitura do pH:

Observação:

*O conteúdo digitado em Obs. será enviado por email.

Gravar

Figura 11 – Tabela a ser preenchida pelo operador, para envio via Web

Fonte: Adaptação de Modelo Implantado em Data Center

Após o envio dos dados, o sistema pode reenviar o resultado das análises para que possamos tomar providências, informações ou futuras correções. Os limites máximos e mínimos vêm descritos e caso haja a adição de algum produto ou observação é escrito no campo respectivo. A fig 12 contém todas as informações necessárias.

Parâmetros	Analizados	Mínimos	Máximos	Expressos Em
pH	8,70	8,2	8,6	
Ferro	0,12		0,5	ppm como Ferro Total
Dureza Total	250		250	ppm como CaCO3
Bicarbonatos	230		230	ppm como CaCO3
Carbonatos	10		20	ppm como CaCO3
Alcalinidade Total	240		250	ppm como CaCO3
Condutividade	730		850	µS
Molibdato	9,27	10	20	ppm como MoO4
Cloretos			250	ppm como NaCl
Precipitados				ppm em Carbonato de Cálcio
Sulfatos			50	ppm em SO4-2
Sílica			100	ppm em SiO2
Comentários				
Dosado o biocida direto na bacia das torres.				
Dosados em Kg				
Dispersante	Molibdato	Biocida	Hipoclorito	
		0,3		

Figura 12 – Resultado da análise

Fonte: Adaptação de Modelo Implantado em Data Center

Em caso de algum parâmetro estar fora do especificado, emite-se alerta aos responsáveis, fig 13 e 14 ,para que tomem ações corretivas e de forma diária. Na leitura do hidrômetro lançada no sistema, o BANCO DE DADOS, calcula a média dos últimos cinco lançamentos e compara com o consumo do último dia. Se o consumo do último lançamento (último dia) estiver acima da média, automaticamente emite e-mails para os responsáveis. Estes devem analisar a ocorrência para tomar providências. Este alerta serve para os consumos de água de reposição e purga. Todos os participantes (responsáveis) são avisados e através dos alertas, devem tomar ações para as soluções dos problemas. As ocorrências assim como as ações tomadas são

registradas no **Banco de Dados**, gerando históricos incontestáveis em caso de dúvidas das ações e por quem foram tomadas ou negligenciadas.

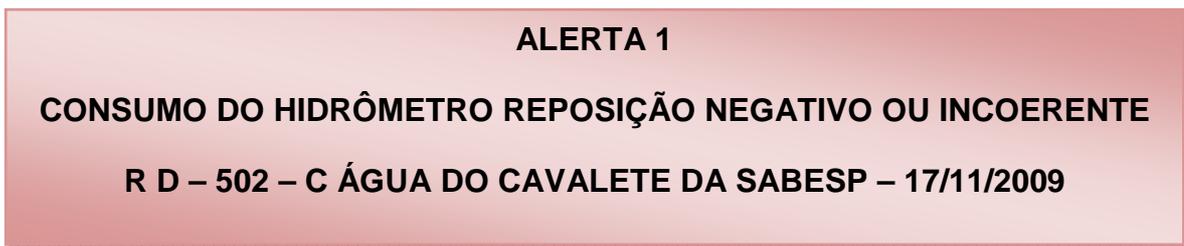


Figura 13 – Modelo de alerta enviado para leitura errada de hidrômetro
Fonte: Adaptação de Modelo Implantado em Data Center

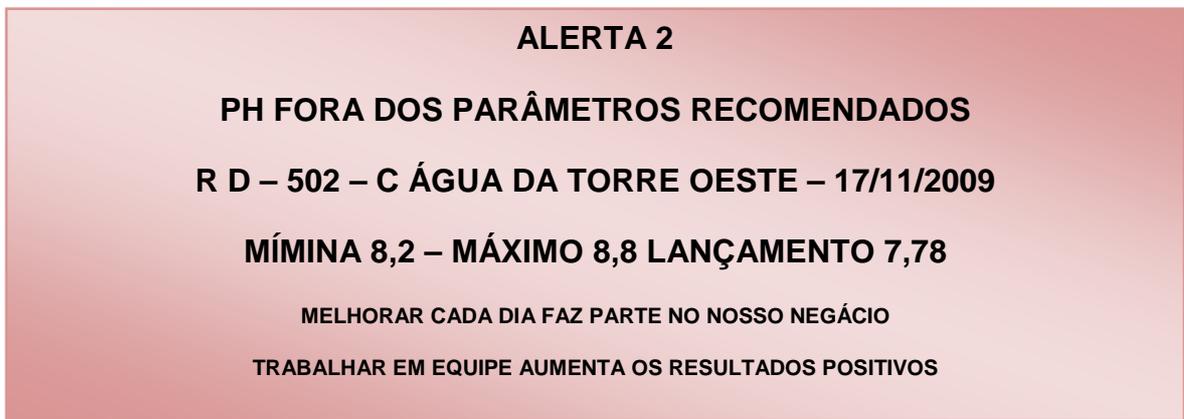


Figura 14 – Modelo de alerta enviado para parâmetro de controle fora da especificação
Fonte: Adaptação de Modelo Implantado em Data Center

5.7 Estatísticas Geradas pelo Banco de Dados

O gerente tem que se ocupar com inúmeros pontos de atendimento. Existem pontos em que o mesmo deve ser acionado de forma automática e quando necessário, devem ser colocados em procedimentos de rotina. Imaginemos se diariamente o gerente tivesse que conferir se os tratamentos das águas e os consumos, em detalhes estão dentro das expectativas.

Provavelmente iria despende de tempo valioso para rotinas desnecessárias. Por outro lado é comum o gerente ficar sabendo que tiveram problemas os tratamentos e consumos de água fora dos padrões tardiamente. Então teríamos o controle dos seguintes desvios:

- Quando algum parâmetro do tratamento está fora do recomendado. Potável ou condensada.
- Quando algum consumo de água está acima da média estipulada, potável e condensada.
- Quando o responsável pela digitação dos dados no sistema – web – não fez as digitações.

Caso haja a necessidade de se verificar a evolução e controle de um sistema, teríamos acesso em estatísticas em mais de dois anos dos seguintes dados:

- Consumos de água: potável, condensada, reposição, purga e evaporação.
- Consumo de água.
- Parâmetros dos tratamentos comparativos: água condensada; Ph, condutividade. Potável: residual de cloro livre.
- Históricos de ocorrências, solicitações aos responsáveis x feedback das ações.

5.8 Formas de Representação Gráfica

Toda estatística é melhor visualizada através de gráficos. Os mesmos nos dão uma visão da tendência do sistema o que em estatística é uma ferramenta fundamental e nos fornece uma linguagem simples onde todas as pessoas envolvidas podem ter suas avaliações. Vejamos alguns exemplos:

Uma perda de água que pode ser significativa é aquela causada por purgas ou descargas que são aplicadas propositalmente no sistema de resfriamento para se evitar a excessiva concentração dos sais dissolvidos e sólidos em suspensão na água. Esta concentração é fruto da evaporação de água nas torres de resfriamento e, sem o controle ou limitação através das purgas, podem ser 10 ou mais vezes maior do que a concentração original na água que alimenta o sistema.

A (fig 15) representa a relação entre a água de reposição e a quantidade de água purgada.

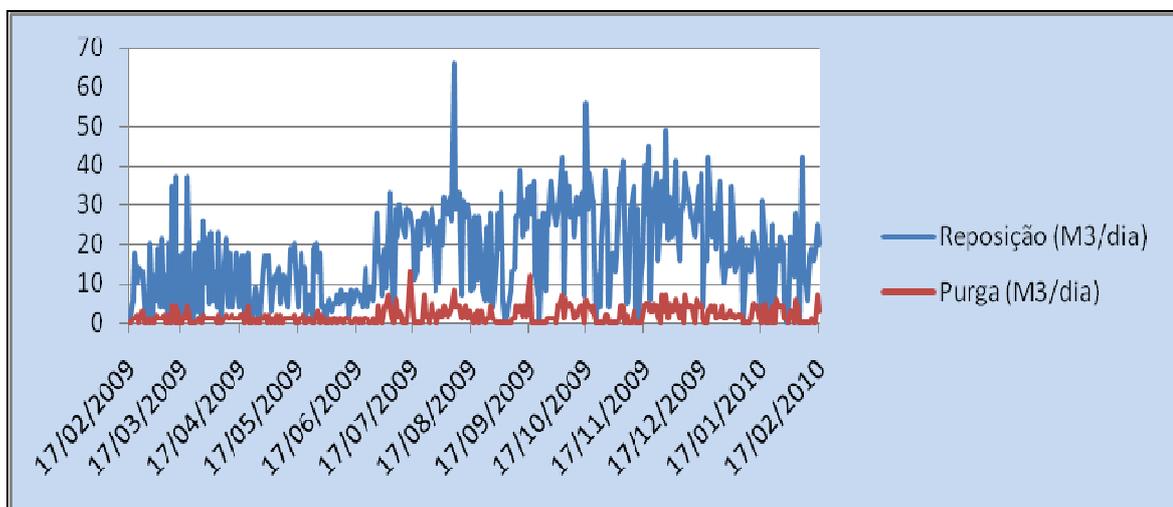


Figura 7 – Gráfico Comparativo entre a Água de Purga e Reposição

Fonte: Reprodução de imagem implantado em Data Center

Quando os sais dissolvidos se concentram, por causa da evaporação nas torres de resfriamento, geralmente têm seus limites de solubilidade ultrapassados, resultando na formação de incrustações nos trocadores de calor (condensadores), nas tubulações e no enchimento das torres. As incrustações restringem o fluxo d'água e, devido à sua baixa condutividade térmica, reduzem a eficiência da troca de calor nos condensadores. A (fig. 16) relaciona a vazão diária dos dois parâmetros.

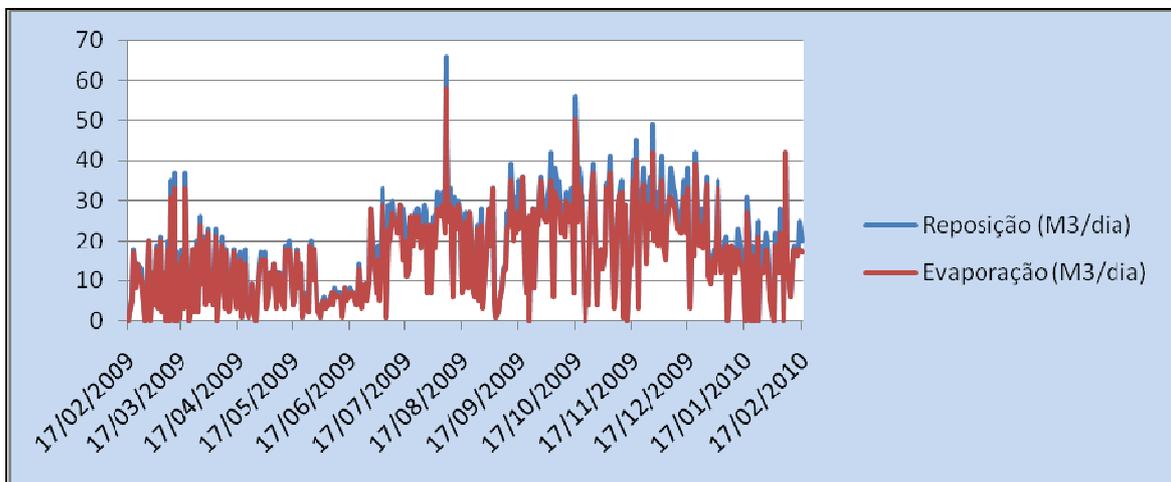


Figura 8 – Gráfico Comparativo Água de Reposição x Água de Evaporação

Fonte: Reprodução de imagem implantado em Data Center

As incrustações mais comuns, cuja ocorrência depende também das características da água, são aquelas formadas com carbonato de cálcio e com sílica. As incrustações calcárias ocorrem preferencialmente nos condensadores, porque a solubilidade do carbonato de cálcio é inversa em relação à temperatura, ou seja, a solubilidade diminui com o aumento de temperatura nos tubos de troca térmica dos condensadores. Já a insolubilização, que independe da temperatura é a deposição de sílica e ocorre em todo o circuito, contribuindo para um dos processos de incrustação. Os dois tipos de incrustação são isolantes e a sua baixa condutividade térmica provoca drástica redução da eficiência dos trocadores de calor ou condensadores. Portanto é fundamental controlar a condutividade térmica da água, o que pode ser visto na fig 17.

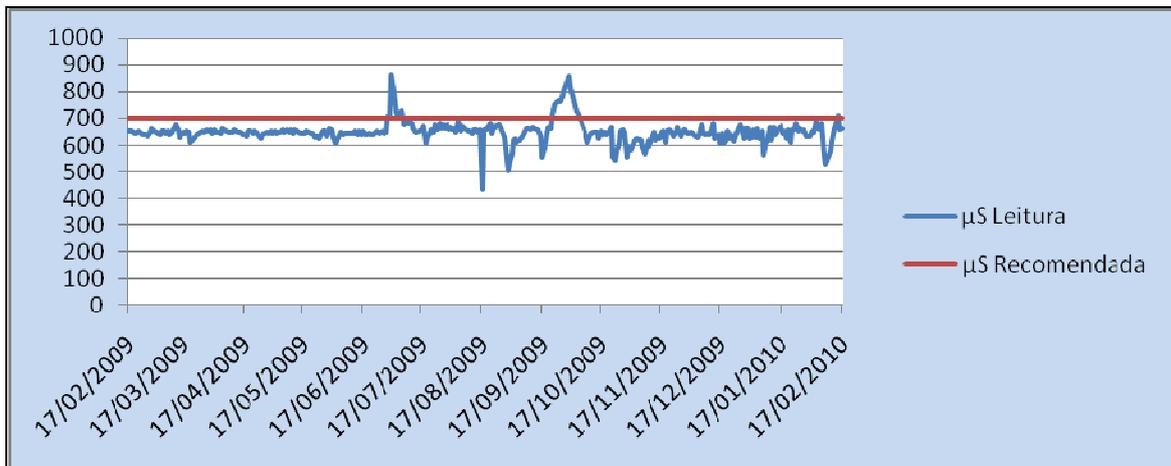


Figura 9 – Gráfico Comparativo da Condutividade Estabelecida x Realizada

Fonte: Reprodução de imagem implantado em Data Center

Os depósitos de óxidos de ferro, geralmente associados com material biológico, são encontrados nos espelhos dos tubos dos condensadores, nas tubulações e sob a forma de lama nas bacias das torres de resfriamento. Em inúmeros casos, os óxidos de ferro são produtos da corrosão no próprio sistema de resfriamento e realimentam o processo corrosivo, ao propiciar a formação de pilhas galvânicas por aeração e/ou concentração diferencial. Os depósitos de óxidos de ferro causam obstruções e restrições do fluxo d'água, resultando na perda de eficiência térmica dos sistemas de resfriamento. O controle do Ph é fundamental na inibição deste processo (fig 18).

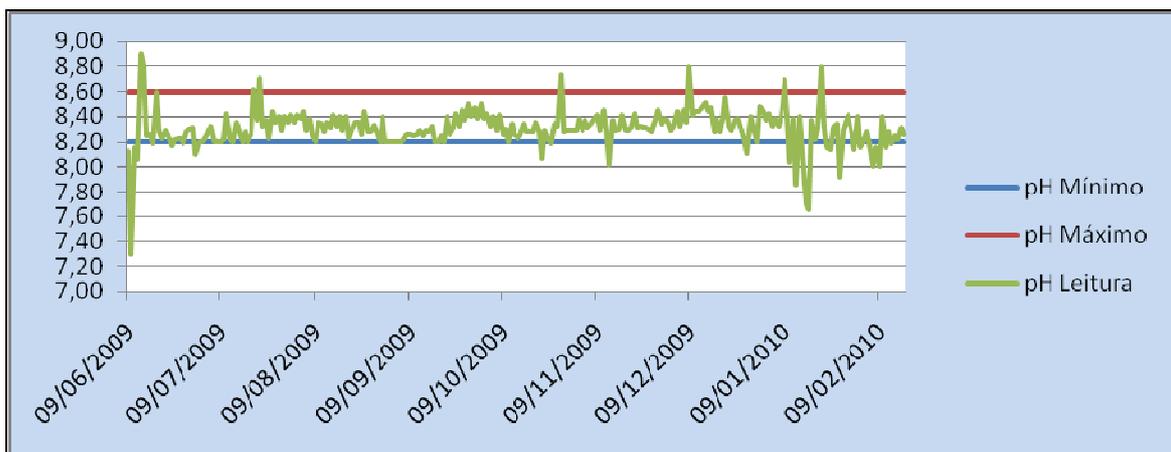


Figura 10 – Gráfico Comparativo Ph Mínimo e Máximo x Realizado

Fonte: Reprodução de imagem implantado em Data Center

Considerando que o consumo devido à evaporação é inevitável, uma vez que depende da carga térmica, o foco de atenção deve ser direcionado para as perdas por descargas, por respingos e por vazamentos nas torres de resfriamento. Desse modo, a estratégia para reduzir o consumo de água deverá ser aquela que proponha a operação do sistema com o maior número de ciclos de concentração e, portanto, com a menor perda por descargas, sem os riscos de formação de incrustações. Para atender tal estratégia são necessárias as seguintes condições:

- Análise do limite de solubilidade de vários parâmetros químicos, tais como carbonatos de cálcio e de magnésio, sílica e silicatos, em relação ao número de ciclos.
- Definição da tecnologia de produtos químicos para tratamento da água, visando ao condicionamento dos sais que ultrapassaram o limite de solubilidade.
- Controle das descargas ou purgas através de monitoração das variações do número de ciclos de concentração.

O controle sistemático do consumo de água(fig. 19) é fundamental para verificação das tomadas de decisões.

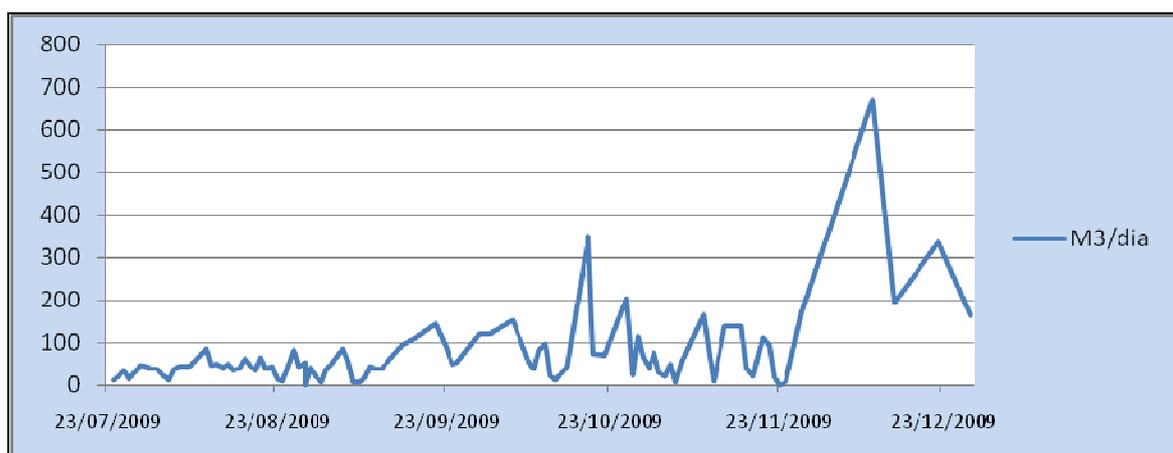


Figura 11 – Gráfico de Consumo de Água

Fonte: Reprodução de imagem implantado em Data Center

Para certificar e controlar a qualidade da água, existe uma norma governamental Lei 9433/77 denominada “Padrão de Potabilidade”, que se define como um conjunto de valores máximos permissíveis, das características de qualidade da água, acima da qual ela é considerada não potável. O padrão aprovado pela norma brasileira, a Portaria 1469 do Ministério da Saúde, diz respeito ao limite máximo para cada elemento ou substância química, não considerando efeitos sinérgicos que possam ocorrer entre os elementos ou substâncias. Os padrões de potabilidade devem ser elaborados para atenderem aos seguintes aspectos fundamentais:

- Oferecer aos consumidores uma água límpida de sabor agradável e inodora;
- Impedir que a água distribuída contenha microrganismos patogênicos e substâncias pazes à saúde humana;
- Ser adequada à lavagem de roupas e utensílios, não agressivas às tubulações e acessórios hidráulicos e não incrustantes em instalações de água.

São as substâncias ou características que conferem a água uma alteração organoléptica, ou seja, no gosto, na cor ou no cheiro. São eles: cor, turbidez, ferro, manganês, alcalinidade, dureza, Ph, cloretos, sulfatos, cloro residual e flúor. A (fig 20) exemplifica o controle do cloro.

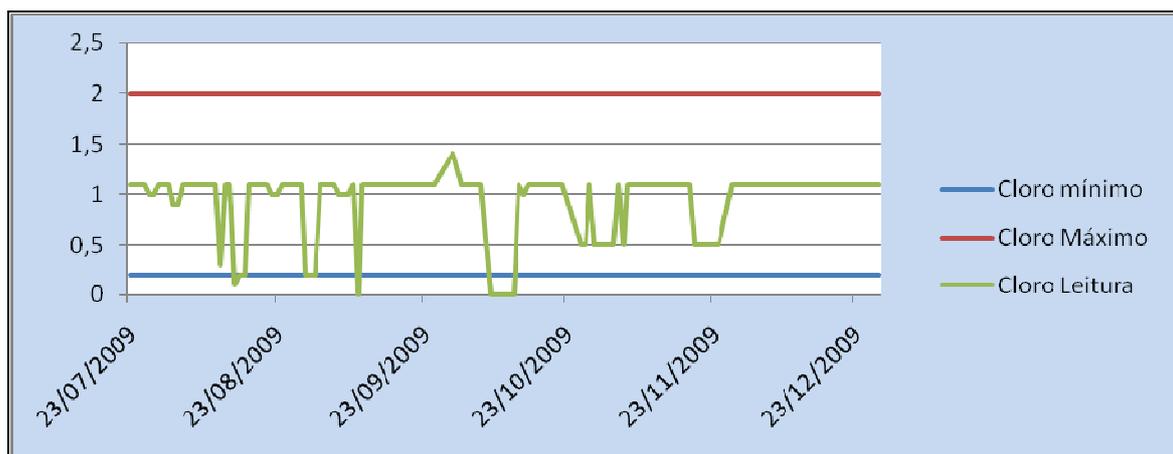


Figura 20– Gráfico de Controle de Residual de Cloro Livre

Fonte: Reprodução de imagem implantado em Data Center

6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desse trabalho foi possível mostrar a importância do sistema de monitoramento no controle de água utilizada em sistemas de refrigeração de edificações destinadas a abrigar Data Centers.

Foi abordado a diferença entre métodos tradicionais, que foram pioneiros neste controle, e métodos atualmente disponíveis, bem como a complexidade de se controlar um recurso tão importante atualmente como a água.

Do mesmo modo, mostrou-se que elementos que passam despercebidos como o controle de produtos químicos estão inseridos na qualidade da água cuja função é manter a estabilidade de propriedades físicas, químicas e biológicas.

Ficou evidenciada a considerável elevação do custo da água de mais de 1000% nos últimos 10 anos, 1999 (R\$0,99/m³) até o valor de 2009 (R\$10,63/m³) e mais de dez vezes a variação da inflação no período 80,24% (IPC - Fundação Getúlio Vargas), sem contar com a preservação do meio ambiente.

As medidas convencionais devem ser revistas e adaptadas para os sistemas prediais já existentes, já que hoje todos os empreendimentos de uma forma ou de outra possuem recursos da Internet, que serão utilizados para alimentação de dados a fim de reduzir substancialmente o desperdício de água.

Nas edificações há a necessidade da integração de todos os insumos existentes. Os equipamentos hidráulico-sanitários aliados a uma manutenção eficiente evita vazamentos, significativas perdas de água no sistema e gastos desnecessários com uma alta conta de água. Este sistema também pode ser monitorado fazendo-se um acompanhamento através do histórico que é gerado no **Banco de Dados**.

Do mesmo modo temos hoje legislações rígidas a fim de controlarmos o volume de efluentes e a sua contaminação no sistema de esgoto. As campanhas educativas fazem com que consumidores futuros tomem consciência como o produto água pode ser um elemento de diferenciação. Hoje todos nós queremos fazer parte de empreendimentos que se identifiquem com a conservação do meio ambiente.

Com isto verificamos que a metodologia permite detectar em tempo real as variações nos parâmetros que geram situações críticas para os sistemas de água potável e de resfriamento, e que as pessoas envolvidas serão alertadas para tomada de decisões.

Ao minimizarmos o descarte da água, também estamos contribuindo para o volume de água que adentra o sistema, pois a cobrança da água incide tanto no volume requerido como no volume de esgoto.

Temos consciência de que a água é um produto de consumo humano que poderá gerar várias doenças provocadas por patógenos ou por substâncias químicas potencialmente tóxicas. Desta forma, certos cuidados são imprescindíveis ao se controlar a qualidade da água. Mesmo que as exigências mínimas quanto à qualidade e ao uso da água não potável (pós-tratamento) sejam cumpridas corretamente, a aplicação deste sistema pode proteger os usuários.

Mesmo o trabalho sendo de caráter experimental a realização do estudo do caso foi de grande valia para percebermos a sua aplicabilidade, já que hoje os prédios comerciais estão se transformando em verdadeiros data centers. Hoje não é aceitável alugar um empreendimento comercial sem o mesmo possuir um sistema de climatização.

Porém é importante ressaltar que os valores analisados com relação ao ar condicionado sofrem variações, pois existem sistema de ar dedicado ao conforto e sistema dedicado exclusivamente com relação ao CPD.

Ressaltamos a segurança de alertas gerados on-line em tempo real, o que gera medidas corretivas imediatas com a finalidade de alcançar o padrão de desempenho requisitado.

O sistema concebido pode auxiliar na gestão dos sistemas prediais, com maior ou menor sofisticação tecnológica, atendendo a necessidade de cada planta e o que é melhor gerando confiabilidade e segurança a todos. Pois é de se destacar a concepção de edifícios sustentáveis cujas certificações envolvem o uso racional de água. Como exemplo a certificação da empresa GBC BRASIL cuja sigla é LEED-Leadership in Energy and Environmental Desig, pontua aproximadamente 13% no item **Uso Racional de Água**. Portanto temos requisitos de desempenho dos sistemas e do grau de importância sobre o investimento das edificações, valendo para edifícios novos como já existentes.

A viabilidade do custo relativo a infraestrutura é absorvida pelo processo de monitoração, já que o custo de registradores de pH, registradores de condutibilidade, hidrômetros, bombas dosadoras e válvulas de purga são diluídos com a economia que um vazamento pode proporcionar .

Sem falar no custo gerado pela economia de produtos químicos, dispersantes, inibidores de corrosão, bactericidas cujos tratadores na sua maioria querem induzir ao consumo excessivo pois possuem métodos pouco eficientes já que na sua maioria são baseados em análises mensais.

Ainda faz-se a necessidade de expor a falta de conscientização dos usuários quanto ao uso do recurso água, avaliando de maneira superficial um problema simples como o gotejamento de uma torneira e a saída contínua de água do sistema de resfriamento.

Portanto neste contexto, conclui-se que às ações focadas no meio ambiente compreendem uma extensão bem maior do que simplesmente a preservação e o uso eficiente dos recursos naturais. O carácter holístico no qual o assunto água está inserido necessita medidas político-administrativa, ações sócio-econômicas e ambientais, o que torna ainda mais complexa a adoção de resoluções a esse respeito.

Por fim o conhecimento e divulgação desta técnica pode auxiliar pessoas responsáveis deste setor a diminuir substancialmente o desperdício de água, contribuir com o meio ambiente e permitir um desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTO NASCIMENTO Uso racional de água em torres de resfriamento. São Paulo 2008

ALMA DOS EDIFÍCIOS Texto Internet www.tesisengenharia.htm. Acesso jan/2010

EQUILÍBRIO QUÍMICO PETER L. SORENSEN- 1939

GREEN BUILDING COUNCIL –GBC BRASIL Texto Internet www.gbcbrasil.org – acesso dez/2009

INSTALAÇÕES DE AR CONDICIONADO Helio Creder 1997 editora LTC.

MANUAL DE HIDRÁULICA AZEVEDO NETTO & GUILHERMO ALVARES-1982

MARCOS TADEU GRASSI As águas do planeta terra. São Paulo 2008

MONITORAMENTO ON LINE Texto Internet www.tctatecnologia.net Acesso out/2009

NUNES S.T.RIANE Dissertação” Conservação da água em edifícios comerciais”. Rio de Janeiro 2006

PROTEÇÃO CATÓDICA ALDO DUTRA & LAERCE NUNES-2006